风险评估在图书馆有害生物综合防治中的应用

吴榕[1]

上海图书馆，上海，200031

摘 要： 为了有效预防和管理图书馆藏品的虫霉风险，文章提出一套基于有害生物综合防治理念的创新实用的风险评估体系，包括风险识别和风险评级两个流程，为图书馆有害生物治理提供了新的视角和思路。通过风险评估，可以及时掌握藏品的风险状况，合理分配有限的资源，制定高效的应对方案。文章中还给出了具体的评估表格，以便读者能够更清晰地了解风险评估的过程和结果，对于其他有相似问题的相关机构也具有参考价值和实践指导意义。

关键词： 有害生物综合防治；风险评估；风险识别；藏品风险评级；藏品环境风险评级

中图法分类号： G253.6

图书馆藏品往往会面临昆虫、霉菌这类有害生物的威胁，而传统治理方法主要依赖于感染发生后的化学消杀方法，可能会对藏品、健康、环境造成损害。为了解决这一问题，一种依靠维持良好的保存环境和内务管理的新型防治方法——有害生物综合防治（Integrated Pest Management，IPM)应运而生。

在文博机构中应用有害生物综合防治方法并非新事物，早在上世纪 80 年代，以英国、美国、加拿大和澳大利亚等国家为主的一些文博机构就开始尝试和推广这种方法[1]。英国伦敦自然历史博物馆自 1992 年起就开始积极探索预防性的有害生物防治策略，并于 2002 年在全馆范围引入该方案[2]，实施后害虫数量显著降低[3]。日本国立国会图书馆在 2000 年和 2007 年分别遭受红毛窃蠹虫和霉菌爆发，启动有害生物综合防治方案后，未再遭受大规模霉菌感染，且害虫数量长期保持在低位[4]。国际图联保存保护中心在 1998 年出版的《国际图联图书资料保存与处理原则》中，将有害生物综合防治作为藏品保存推荐方案[5]。

有害生物综合防治在国外已经有了较为成熟的理论和实践，但在国内图书馆领域还处于起步阶段，缺乏系统的研究和应用。特别是在有害生物综合防治的第一步——风险评估方面，国内图书馆以经验判断为主，尚未形成完善的体系方法，难以有效的识别、分析和管理藏品和环境中的有害生物风险。在缺失风险评估机制的情况下，仅依靠定期巡查获得书库内有害生物活动情况，在虫霉被发现之后再对已造成的病害损失采取补救措施，难以真正意义上实现有害生物综合防治的目标效果。

风险评估是图书馆开展有害生物综合防治的基础和凭依[6]。全面客观掌握藏品保存状况与潜在风险，准确识别梳理图书馆环境特别是典藏环境中的风险因素，生成问题簇指示表，为制定有效的预防和管理计划提供数据支持，既有助于明确有害生物综合防治的必要性，也是合理规划资源分配、科学构建防治体系、展开预防性保护措施的先决步骤。

2018 年起，上海图书馆以虫害监测为切入点开展有害生物综合防治实践，并在实践过程中逐渐意识到风险评估的重要性和必要性。本文将基于上海图书馆的实践经验，结合图书馆藏品的特点需求以及有害生物综合防治理念，探讨如何构建一套适用于图书馆的有害生物风险评估体系，并运用该体系的评估结果对有害生物综合防治策略和措施进行指导。

1 风险评估体系

有害生物风险评估作为一种事前的管控机制，通过对一系列风险因素的监测、研判与评估，实现最大程度保护藏品，最小化防治成本与潜在风险的目的。考虑到图书馆藏品的多样性、分散性和复杂性，有害生物风险评估需要综合考虑多种不同类型的风险因素。为了在资源有限的情况下更高效地管理风险，图书馆需要收集分析相关数据和信息，准确识别潜在的

作者简介：吴榕，本科，馆员，研究方向为文献保护与有害生物综合防治，Email：rongwu@libnet.sh.cn。

风险源和虫霉易感的藏品与藏品环境，以便确定防治项目和防治对象的优先级，提高风险评估的效率和效果。

本文构建了一个应用于图书馆的基于有害生物综合防治理念的风险评估体系框架。该体系包括两个关键的评估项目，即定性的风险识别和定量的风险评级，采用分类型、分层级的结构来构建评估框架。

风险识别是整个风险评估体系的起始点，其目标在于全面审查图书馆现有或潜在的有害生物风险，并形成初步判断与整体把握。在进行风险识别时，需要着眼于全局，以图书馆的整个范围为基础，预先识别出藏品可能面临的风险。识别类目不仅包括图书馆藏品和藏品环境本身，还需关注图书馆的管理维护等其他方面，明确可能导致威胁的因素和源头，最终生成一份详尽的风险清单。

而风险评级则是在风险识别的基础上，通过对藏品和藏品环境的风险因素进一步量化和比较，确定改进措施的实施优先级。囿于庞大的藏品数量与有限的可用资源，大多数图书馆难以立即排查并消除所有潜在风险，此时通过进行藏品及藏品环境的虫霉风险评级，排序重点保护对象并采取差异化的防治措施，就能有重点、具针对性地采取因应之策。

在具体评估过程中，各层级评估项都设有相应的评估指标和方法，并提供了对应结果输出。鉴于藏品、环境和其他相关风险因素可能会随时间变化，建议定期审查和更新风险评估结果，以领先于潜在的虫霉风险。

2 风险识别

风险识别是主动掌握图书馆内有害生物风险状况全貌的重要手段。因此，识别可能会引致有害生物的风险源时，应涵盖藏品以及所在的建筑物整体，包括藏品本身、典藏环境、制度保障、建筑围护等各类因素。

风险识别可以从多个角度着手，通过明确的识别内容与识别方法，协助评估人员主动把握图书馆有害生物风险隐患的整体情况，生成风险清单。以表 1 为例，风险识别可以从七个方面着手，包括藏品、监测、隔离、制度保障、建筑围护、环境控制和内务管理。

科学的有害生物风险识别对于确保图书馆藏品的保存安全至关重要。表 1 的风险识别表是笔者结合工作经验以及其它相关的标准[7]指南[8]开发，对于有意愿开展有害生物风险识别的图书馆来说，既可以作为可直接参照的示例，也可以在制定具有本馆特色的风险识别方法时作为参考，为展开风险评估提供一个起点。

在制定融合自身特色的风险识别表的过程中，建议要有重点、有针对性。图书馆环境有大量的风险因素以及各种预防与控制措施，难以面面俱到。本表格对图书馆普遍存在的风险隐患进行了识别，但对于非日常的风险隐患，建议结合具体情况，制定更有针对性的风险识别表，以满足识别和控制有害生物风险的需求。

表 1 风险识别表

一级类目	二级类目	识别内容	识别办法
藏品	了解藏品	①了解藏品的易感性，确认该库内藏品主要种类是否为较易遭受虫害、霉变的类型 ②该书库是否曾有虫霉爆发史	①确认库内藏品材料构成是否为宣纸、竹纸、麻纸、皮纸、织品等易被虫蛀的类型 ②抽查文献，检查蛀痕、霉变情况 ③核查过往虫霉登记记录 ④询问书库管理负责人
	病害检查	①应开展过藏品受损、退变等病害状况检查 ②藏品病害状况登记与分析应完整准确 ③应定期进行藏品虫害、霉变抽查	①核查最近开展病害检查的登记时间 ②各书库抽查一定数量藏品，核查相应的病害登记情况 ③核查藏品虫霉存活、处理情况
	应急预案	①应对突发性虫害或霉菌大量爆发的情况制定应急预案	①确认藏品相应的应急预案 ②确认藏品被虫霉侵害后的处理流

		②应对小范围藏品感染制定相应处理方案 ③有能满足抢救工作需求的技术人员 ④藏品抢救设施设备应能满足抢救工作的需求	程、工作记录 ③清点核查藏品杀虫、灭菌设备设施设备
	藏品使用	①使用藏品时不应引入有害生物	①检查藏品使用环境（如阅览室、展览厅等）是否适宜（需考虑温湿度、建筑密闭性、饮食禁令等）
监测	定期检查	①应定期/不定期开展有害生物隐患处排查	①确定待检隐患处位置 ②核查检查记录，评估检查落实情况
	报告渠道	①书库及流通过程中的工作人员应有固定渠道或热线、平台，以报告藏品的虫害、霉变情况	①确认工作人员是否明确知晓报告渠道的存在，并检查其是否畅通
	固定巡查	①应有固定专人通过陷阱监测（包括其他监测方法）巡查书库虫害情况	①查看巡查计划与巡查记录
	监测分析	①应（定期）分析有害生物捕获及发现情况	①查看有害生物巡查报告
隔离	隔离程序	①应有入库前专用隔离检查室或灭虫除尘步骤 ②应设置消毒室并配备文献消毒消杀设备 ③出库时间超过 10 天的文献，入库前应进行消毒或杀虫处理 ④应有明确的隔离检查物品的范围、规则、要求	①查看进馆藏品杀虫灭菌的场地设备 ②查看隔离消杀制度落实情况 ③查看隔离消杀工作记录
制度保障	宣传培训	①定期或入职时开展有害生物宣传工作与相关知识培训	①查看近三年培训计划
	职责分配	①岗位设置合理，工作人员能满足防虫防霉要求 ②任务明确、职责清晰、工作规范	①厘定各组织的具体职责
建筑围护	本体漏洞	①建筑无明显漏洞，如地板起翘、墙体开裂等 ②白蚁危害地区，应对木质构件及木制品等采取白蚁防治措施 ③穿过书库墙体的管路、管线均应以不燃材料填塞密封	①现场查看
	门窗	①书库的门、窗应为无缝隙的密封型门窗 ②若有可开启窗扇，应设有纱窗	①现场查看
	防水防潮	①书库的室外场地应排水通畅，防止积水倒灌 ②馆区内排水通畅，不存在积水现象 ③室内应防止地面、墙身返潮，不得出现结露	①雨日当天及次日去现场查看 ②查看给排水竣工图
	给水排水	①除消防水管外，书库内部不应有水管进入 ②给排水管不宜安装在与书库相邻的内墙上 ③屋面不得直接放置水箱等蓄水设施	①现场查看
环境控制	监控设备	①应配备可实时查看的记录式温湿度监测设备 ②空调、除湿机等温湿度调控设备运行时能满足标准规定的库内温湿度要求	①现场查看 ②查验近一年书库温湿度数据
	设备维护	①采用水、汽为热媒的书库，采暖系统应采取有效措施严防漏水、漏汽 ②通风、空调管道进、排风口应安装过滤装置，管道及过滤网应有定期维护计划	①现场查看 ②查看滤网近一年维护记录
内务管理	清扫	①有定期清扫计划，明确清扫频率、范围、要求 ②清扫用品满足清扫需求	①抽查近一年清扫记录、现场查验清扫效果 ②查看清扫用具
	植物	①书库内不应有任何类型的植株 ②图书馆的绿化选择不易滋生、引诱害虫的植物	①现场查看、随机抽检
	食物	①食堂、饮食区、食品小卖部等应远离书库设置 ②书库内禁止饮食，且不应有员工常驻办公室	①现场查看、随机抽检

3 风险评级

图书馆藏品数量众多、存藏情况各异，资源分配常常存在限制。在完成风险识别后，对藏品以及藏品环境进行风险评级，能够将复杂的藏品与保存环境分解成更容易管理的大类，有助于确定预防补救措施的实施对象次序，有序开展后续防治工作。

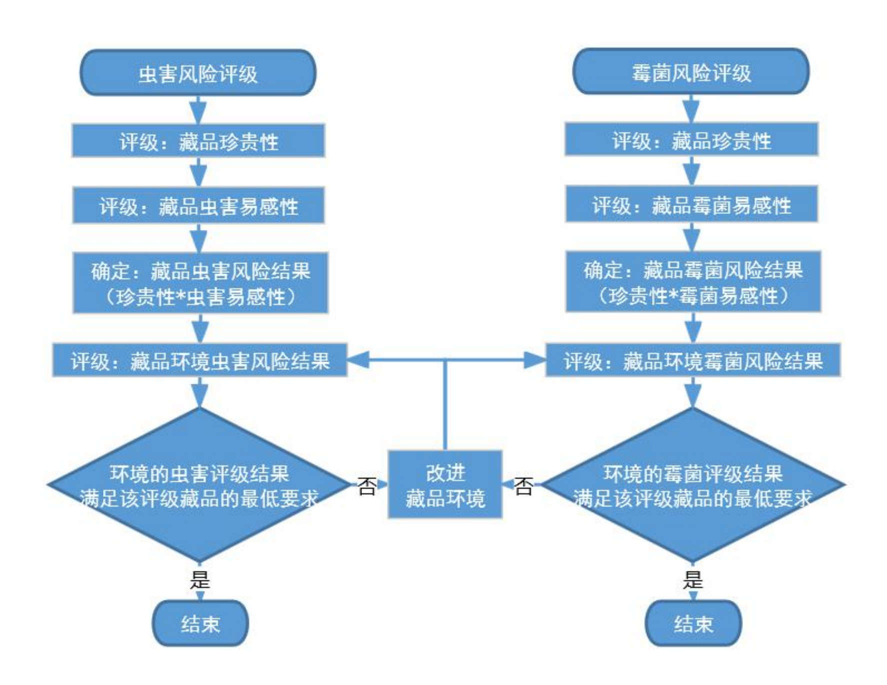


图 1 虫害/霉菌风险评级流程图

如图 1 所示，风险评级系统有虫害和霉菌两个维度，分为以下步骤：

- 对藏品进行风险评级，主要考察藏品的珍贵程度和虫霉易感性。
- 对藏品环境进行风险评级则，主要分析藏品存放环境的温湿度、洁净程度、管理规范等多个因素。
- 根据藏品与环境的评级结果（见表 2），判断环境能否满足藏品的最低虫霉风险要求。若不满足，需采取相应的改进措施。

表 2 藏品与环境虫/霉风险评级对照表

藏品风险评级结果(珍贵性*虫/霉易感性)	对应环境最低虫/霉风险要求
珍贵文物*相对易感/珍贵藏品*相对易感	低风险
珍贵文物*相对不易感/普通藏品*相对易感	中低风险
珍贵藏品*相对不易感/普通藏品*相对不易感	中风险

珍贵且容易受到虫/霉侵害的文物和藏品位于第一梯队，其藏品风险评级结果被赋予最高优先级，有着最严格的环境要求。在环境无法满足藏品的要求时，需最优先开始防治工作。

考虑到珍贵性最高的珍贵文物在受到虫/霉侵害后会导致不可挽回的损失，即使虫/霉相对不易感，也应维持在第二梯队。另一方面，虫/霉相对易感的普通藏品的藏品风险评级结果也应列于第二梯队，不应因其珍贵性有限而忽视虫/霉易感的特征，需要采取适当的预防措施将藏品环境尽可能保持在中低风险范围内，避免有害生物问题的发生和扩散。

珍贵藏品以及数量基数最大的普通藏品，如果虫/霉风险评级为相对不易感，可以被纳入第三梯队，在保持藏品环境风险评级符合中风险的情况下，基本能够满足藏品保存需求。

图 1 与表 2 展示的风险评级的流程与方法，为图书馆有害生物防治资源配置提供了明确的评估机制。风险评级以客观的量化方式评估有害生物对藏品可能造成的损害等级，以及藏品在不同条件的环境中受到有害生物侵害的风险程度。通过比对藏品与环境的评级结果，可以识别出需要优化的环境范围，并确定改善措施的实施次序。

简而言之，图书馆应根据藏品与环境的评级结果，采取有针对性的环境改进措施。同样处在高风险环境中时，珍贵且易感的藏品应最优先得到改善，并尽量达到低风险标准；而对于不易感的普通藏品，如果其保存环境已经属于低风险范围，则可以适当放宽要求，避免过

度投入，将资源集中于关键的地方。

3.1 藏品的风险评级

藏品风险评级是为了在资源有限的情况下，确定不同藏品所需的保护水平，优先对更加珍贵、更容易遭受虫霉侵袭的藏品种类加强保护措施。藏品的风险评级结果与虫霉导致造成的潜在损失直接相关，因此将藏品的虫霉风险评级结果定义为“珍贵性*虫霉易感性”，以反映出藏品在受到虫害和霉菌时所可能引发的损失程度。

表 3 藏品风险评级表

藏品的风险评级	珍贵性分级		珍贵文物 A
			珍贵藏品 B
			普通藏品 C
	虫霉易感性分级	虫害易感性分级	虫害易感 a
			虫害相对不易感 b
			虫害不易感 c
		霉菌易感性分级	霉菌易感Ⅰ
			霉菌相对不易感Ⅱ
			霉菌不易感Ⅲ

在风险评级中，珍贵性由藏品的历史、学术、艺术价值的重要性以及保存性质构成，而虫霉易感性则是评估藏品在面临虫害或霉菌风险时的抵御能力。表 3 藏品风险评级表将藏品的珍贵性分为三个等级（A、B、C）；根据藏品对害虫的易感性分为三个等级（a、b、c）；根据对霉菌的易感性分为三个等级（Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ）。

根据馆藏的风险评级分配资源，对藏品的保护级别作出轻重缓急各异的区分，达到对不同等级的藏品实施分级保护的策略，力求保护重点明晰、防治针对性强。

3.1.1 藏品的珍贵性分级

通常而言，对藏品珍贵性的分级不是针对个体藏品，而是针对特定区域内的主要类型藏品，这可以是同一书库内的藏品，也可以是书库指定区域内的藏品。如果局部区域内就包含了价值迥异的藏品（如古籍和现代文献混放），建议在能力允许的情况下及时分区保存藏品。

对藏品进行珍贵性分级时，主要参考了《汉文古籍特藏藏品定级 第 1 部分：古籍》的“三性”分级方法，即历史价值、学术价值、艺术价值[9]，以及藏品的保存性质这四个因素。这些因素之间可能存在交互，共同构成了藏品的整体珍贵性。

(1) 历史价值

藏品的历史与它的珍贵性往往成正比，历史悠久的藏品应该受到更多重视。越是年代久远的藏品其存世的可能性越小，其内在信息就越珍贵。

(2) 学术价值

学术价值可以通过藏品内容的独特性和唯一性来衡量。独特性指藏品内容有独到见解、学派特点、创新意义等，能够为相关领域的研究提供新的视角和方法。唯一性是指藏品在形式或内容上具有不可复制或难以替代的特征，既可以是独一无二的藏品如手稿、绘画等，也可以是反映的某一时期、领域或事件的资料内容在现存文献中较为稀有或独一无二的藏品，能够为相关领域的研究提供珍贵的资料来源。

(3) 艺术价值

在同类藏品中具有独特稀有的藏品形式、材料、装帧等，都会能够反映出不同的艺术风格和文化内涵，增加藏品的珍贵性。而具有限可用性的藏品，如限量印刷品、首版书籍等，能够增加藏品的收藏性和珍贵性。

(4) 保存性质

藏品的保存性质，即预期的保存时间与保存形式，在决定其重要性方面也起着一定的作用。以同一套普通现代印刷本为例，因保存性质的不同，目标寿命更长的保存本会比阅览室的流通本更珍贵。

根据上述因素对藏品进行评估，并将其分为 A、B 或 C 类。C 类为不具备或几乎不具备这些因素的藏品；B 类为包含这些因素之一、之二的藏品；A 类为在 B 类基础上具有更高价值的藏品。

为实现藏品分级的初衷，图书馆在进行分级时应根据实际情况综合考虑藏品的珍贵性和数量，合理划分各类藏品的等级，使其能够符合金字塔结构：A 类藏品数量最少，B 类藏品数量适中，C 类藏品数量最多。确保各档次藏品的合理分布，图书馆才能够根据藏品的珍贵程度实施有针对性的措施。

3.1.2藏品的易感性分级

藏品的易感性是指藏品发生虫蛀、霉变的风险等级。为了评估藏品易感性，图书馆应对其藏品进行全面调查以确定虫霉状况，找出馆藏藏品中有过虫霉记录的种类，重点防范既往有虫霉爆发史尤其是重复发生过这种情况的藏品及相应藏品环境。

(1) 对虫害的易感性

同种类的藏品只要保存环境相近，大多有着相近的虫蛀情况，除非存藏环境格外恶劣[10]。而不同种类的文献会由于纸张特性、包装装具等条件的差异，导致其受各类虫害侵袭的风险具有一定差异性。

在对藏品进行虫害易感性评级时，应该重点关注藏品本身的材料种类。藏品大多会根据材质与装帧的种类会显示出大致相同的恶化模式，因此很有必要理解不同藏品的特点，识别出高风险和/或反复受到虫害侵袭的材料和物体，并予以高度重视。

将藏品对虫害的易感性与否分为三个等级：虫害相对易感的 a 类、虫害相对不易感的 b 类、虫害不易感的 c 类。

馆藏各有特色，难以将所有种类并包在内，而且同一种材质也会因为环境条件的差异导致虫害风险迥异。因此最简单的虫害易感性的分级方法是根据工作经验、藏品虫害记录来判断其虫害风险和防治需求。例如，根据藏品是否曾经有过虫蛀史（非偶发性发生的蛀洞、虫尸、虫卵、虫屎等虫害痕迹），将藏品分为虫害相对易感的 a 类；将暂未多次、重复发现虫蛀痕迹，但存在虫蛀可能的藏品种类归为虫害相对不易感的 b 类；几乎不可能发生虫蛀的藏品则归为虫害不易感的 c 类。这种虫害易感性的标定方法可根据馆方实际情况所进行标定，以符合不同馆的特色和需要，使工作人员能够根据藏品的具体情况来开展工作，而非遵循一成不变的标准。

将藏品根据虫害易损性评定为相对的 a、b 类，并不是一个固定的、不可改变的评级结果，两者之间可以互相转化。而代表了虫害不易感的 c 类藏品则不用考虑虫害问题，也无需进一步与藏品环境评级结果相比较。如果在工作中发现被归为 b 类的藏品种类反复多次发生虫害，那么可以将之提为 a 类。反之，长期没有发现新的虫害的情况的 a 类藏品，在经过谨慎的评估与考量，可以降级为 b 类。将分类从 b 级升为 a 级是从无到有、相对简单的过程，但从 a 级降为 b 级则需要反复考虑和评估，以免带来隐患。

举例来说，某批藏品由于过去储存条件极其恶劣，带来远高于该类藏品平均水准的虫害迹象，因此将该类藏品评级为 a 类；当该批藏品来到安全的新环境后再也没发生虫害，经过三年以上的追踪评估的纵向比较、以及其他同种类藏品的横向比较，仔细斟酌后可降 b 类。

(2) 对霉菌的易感性

霉菌孢子广泛存在于自然界中，且无法根除。轻微的灰尘堆积已足以作为其生长的基质。相对湿度超过 70%时，霉菌会迅速生长并释放孢子，从而引起进一步的传播和扩散。因此，对于藏品而言，控制环境相对湿度才是控制霉菌生长的关键因素[11]。

不同于危害隐秘、成因复杂的虫害，霉菌的危害更加明显且成因更为直接。霉菌生长往往会先在藏品表面形成可视的迹象，同时其生长发育主要与高相对湿度有关，对藏品本身的依赖性较小。通过结合藏品的珍贵性和霉菌易感性的评估结果，可以用来确定控制环境湿度的实施对象的顺序。

将藏品对霉菌的易感性与否分为三个等级：霉菌相对易感的 I 类、霉菌相对不易感的 II 类、霉菌不易感的III类。

根据经验，相对易感的 I 类藏品主要包括皮革和纺织品类。在工作中，面对带有函套、漆布封皮或皮革封面等类的藏品，应更加关注其情况，可以选择定期目视检查以确认霉变是否发生。

相对不易受到霉变影响的 II 类藏品，如果长期存放于恶劣的环境中，也存在一定的霉变风险。此外，在特定情况下，II 类藏品也可能升级为相对易感的 I 类：在类似环境条件下，其他藏品未出现霉变现象，但某种类型的藏品或装具频繁发生霉变，这可能是由于制作工艺或存藏经历等因素导致其本身材质含水量偏高，因此应将其升级为 I 类；如果藏品遭受水浸侵蚀，且充分干燥处理不充分，导致其后天增加了含水量，那么也应该在一定的时间（建议两年）内将其视为 I 类，如果在此期间未出现新的问题，则可以将其重新降为 II 类。

III类藏品，如塑料或石碑这类合成材料或无机材料的藏品类别，基本没有霉变风险。但如果长期暴露在高湿度的环境下且表面积尘较多，则有可能会在藏品表面的积灰上生长霉菌。不过这种情况与藏品本身无关，且不会对藏品造成任何直接损害，因此无需进一步与后续环境评级比较。

(3) 虫霉易感性分级表

结合笔者的工作经历，根据《文献保护与修复》中提及的各类的文献材质[12]，制定了简易的藏品虫霉易感性分级表。馆方可以在建立自有评级系统时，酌情参考表 4。但本表并非完备，仅根据文献材质大类进行粗略区分和评级，无法覆盖所有情形。因此，馆方还应考虑文献材质的具体成分、制作方法、结构、状态、保存环境等因素，根据实际情况进行细致斟酌，以提高对藏品虫霉易感性评估的准确性和科学性。

表 4 中，a、b、c 分别表示文献材质对虫害的易感程度，其中 a 为虫害相对易感、b 为虫害相对不易感、c 为虫害不易感； I 、II 、III分别表示文献材质对霉菌的易感程度，其中 I 为霉菌相对易感、II 为霉菌相对不易感、III为霉菌不易感。

虫霉会侵蚀藏品的薄弱部位，决定藏品的易感性时应以其最低评级为准。如某批藏品的载体材料虫害评级为 a、霉菌评级为 II，装具虫害评级为 b、霉菌评级为 II，那么藏品的最终虫霉风险评级为 a 与 II 。

表 4 虫害/霉菌的易感性分级表

材质分类	材质种类	类别	虫害评级	霉菌评级
文献载体材料	天然有机材料	传统手工造纸：麻纸、竹纸、皮纸、宣纸等	a	II
		近现代机器造纸：包装纸、新闻纸、印刷纸等	b	II
		皮革纸：羊皮纸、皮革册页等等	a	I
	合成高分子材料	唱片、胶片、磁带、磁盘	c	III
	无机材料	玻璃、金属、砖石	c	III
封面包装材料/	皮革	皮革外封：皮革封面、皮革包边、皮革箱套等	a	I
	木板	木质板材：木质装具、木夹板等	b	II

装具	纸制品	参照“文献载体材料的天然有机材料项”	a/b	II
	织品	天然织品：函套、丝织封皮、棉麻封套等	a	I
		化学织品	c	III
	高分子合成材料	塑料唱片包装等	c	III

一般来说，传统手工造纸、皮革纸、皮革外封、天然织品这四类藏品最容易受到虫害的侵蚀，因此被评为虫害相对易感的 a 类藏品。这些藏品往往含有蛋白质、淀粉、纤维素等丰富的有机物质，是图书馆害虫的理想食物。

被评为虫害相对不易感的 b 类藏品，如近现代机器造纸和木质板材，相较而言不太受害虫青睐。机制纸在制作过程中通常使用更多化学方法，导致其对图书馆害虫的吸引力降低；而木质板材的纤维结构较难被害虫消化，且在图书馆中多作装具用途，在选材时可能就会考虑到驱虫作用。然而，就算机制纸和木质板材相对不易受到虫害侵袭，也不意味着完全免受害虫威胁，在恶劣存藏环境下，害虫照样会啃食机制纸，也会对木材表面的漆层或胶水产生兴趣或直接蛀穿。

皮革纸、皮革外封、天然织品属于霉菌易感的 I 类。这三类藏品的表面纹理通常较为复杂，存在微小空隙和凹凸不平的区域，容易滞留有机碎屑和霉菌孢子；在潮湿的环境中又容易吸收水分，本身含水量的增加是促进霉菌发育的关键；此外，这些材质都含有丰富的蛋白质和脂肪，为霉菌迭代提供了优质的营养源。

被评为霉菌相对不易感的 II 类藏品为传统手工造纸、近现代机器造纸和木质板材这类以纤维素为主要成分的藏品。纤维素是一种难以降解的有机聚合物，霉菌需要通过酶分解后才能吸收，并非所有霉菌都有这种降解能力。因此与 I 类藏品相比，这类藏品对霉菌相对不易感。但这三类藏品除纤维素外，还有其他成分可以供给霉菌发育，且在环境湿度长期过高时，部分霉菌依旧能够在上面定植发霉并分解纤维素。

c 类与III类藏品是虫霉都不易感的高分子合成材料以及无机材料，无法为有害生物提供营养来源。这两类藏品可能会受到害虫的失误啃咬，也可能长期积灰后在高湿度环境下发霉，但这往往与藏品本身无关。

3.2藏品环境的风险评级

制定藏品环境风险评级表并使用该表来确定各个区域（包括书架、阅览室、展览厅等各类藏品实际使用、保存和流通的环境）中的虫霉活动水平，有助于确定馆藏所面临的潜在风险。通过比对藏品环境评级结果与藏品评级结果，可以确认藏品环境是否满足藏品的最低虫霉风险阈值，决定虫霉管理工作实施对象的优先次序，确保资源集中在最紧迫的问题上。

实地踏勘书库、阅览室、展厅等藏品环境，根据表格项目进行评级，有助于确定藏品所处区域的虫霉风险水平，使图书馆能够快速了解不同藏品环境的危急情况，确定防治管理的优先次序，及时采取适当的应对措施，减少有害生物潜在风险。

此外，通过跟踪环境评级的变化，可以确认已实行的措施是否行之有效。

表 5 与表 6 是可供参考的藏品环境虫害与霉菌风险评级表，可以根据最终得分结果快速确认各区域藏品所面临环境的虫霉风险水平。

表 5 藏品环境虫害风险评级表

识别项	得分
害虫在该区域的任意位置都举目可及	10
五年内爆发过虫害	1
没有粘性陷阱监测虫害活动水平	1.5
粘性陷阱捕获较多的害虫（捕获均值＞10）	1
粘性陷阱捕获中量的害虫（10＞捕获均值＞5）	0.5

地板、立柱、窗台、角落，在半年内连续发现虫尸	1
随机抽检十个柜架，柜架上发现活动的害虫	1
随机抽检十个柜架，柜架上发现虫痕（尸体、卵、分泌物碎屑等）	0.5
随机抽检五个柜架的藏品，藏品内发现活虫或新鲜的尸体、卵、分泌物碎屑等	1
随机抽检五个柜架的藏品，发现相邻藏品存在新近蛀穿的虫洞	0.5
全年最高相对湿度高于 70%的天数超过 60 天	1
全年最高温度高于 28℃的天数超过 30 天	1
密闭情况较差：墙体有缝隙孔洞裂缝、常年开启无防护的门窗等	1
允许放置植物	1
长期放置杂物	0.5
允许饮食行为	1
无定期清洁打扫计划（每年至少一次）	0.5
藏品出入库时未完成隔离检查程序	1

累加数值	评级结果
0≤X≤2	低风险
2.5≤X≤4.5	中低风险
5≤X≤7	中风险
7.5≤X≤9.5	高风险
10≤X≤25	已感

表 6 藏品环境霉菌风险评级表

识别项	得分	为干霉、死霉时得分改为
每年藏品都会定期批量发霉	10	/
三年内爆发过霉菌	1.5	/
随机抽检十个柜架的藏品（优先检查角落与空调出风口、加湿器出水口路径上的藏品），发现有藏品发霉	2	0.5
藏品长期静置，积灰严重	1	/
藏品与墙壁、地面过紧或直接接触，藏品顶部与上层柜架间距过小	0.5	/
藏品环境空气流通性差	0.5	/
全年最高相对湿度高于 70%的天数超过 60 天	2.5	/
全年最高温度高于 28℃的天数超过 30 天	1	/
在需要降湿的情况下缺乏除湿的能力和手段	1.5	/
墙体或天花板在雨天后会发生起皮、渗漏、滴水现象	2	/
快速目视检查区域内墙皮，发现发霉情况	2.5	1

累加数值	评级结果
0≤X≤2	低风险
2.5≤X≤4.5	中低风险
5≤X≤7	中风险
7.5≤X≤9.5	高风险
10≤X≤25	已感

4 应用示例

在实际的风险评估应用中，需要考虑评估人员的选择，建议评估团队由多个关键成员组成，包括书库负责人、物业员工，以及具备一定综合害虫管理知识背景的工作人员。多样化的背景使评估团队能够从不同的视角审视图书馆环境，并保证了评估过程的专业性。

评估结束后，根据风险识别结果识别出有待改进的区域和环节，并结合风险评级的结果确定优先改进的对象，以采取针对性措施提高防治效率，降低有害生物风险水平。

4.1风险识别的实际应用

为了有效识别图书馆有害生物风险，评估团队应参照风险识别表（表 1）中的评估内容和方法，逐项对图书馆的不同方面进行评估。评估过程中，需要前往现场查看，核查记录数据，访谈特定员工，并客观准确地记录识别结果，最终生成一份风险清单。

在梳理出风险清单后，首先明确各种风险的类型和程度，分析是否为共性风险或特异风险；其次，针对不同风险提出解决方案，并划分为近期目标（即知即改）、中期目标（持续精益）、远期目标（逐步改进）；最后，明确负责执行改进措施的部门。

4.2风险评级的实际应用

基于藏品珍贵性和虫霉易感性的风险评级是一种衡量藏品面临的环境风险等级是否适宜的参考指标，有助于制定更精细化的风险管理策略。有别于按表索“骥”的风险识别，风险评级在实际运用中会更加抽象。因此，本小节将重点阐述其流程，并通过应用实例来帮助理解。

表 7 藏品与环境虫害风险评级对照表

藏品类别 (请参考前文内容与实际情况，进行珍贵性与虫害易感性评级)	藏品评级 (珍贵性*易感性)	对应环境最低虫害风险要求
珍贵文物*虫害相对易感（古籍善本）/珍贵藏品*相对易感（碑帖拓本）	A*a/B*a	低风险
珍贵文物*相对不易感（民国档案）/普通藏品*相对易感（现代国画）	A*b/C*a	中低风险
珍贵藏品*相对不易感（民国相片）/普通藏品*相对不易感（开架杂志）	B*b/C*b	中风险

表 8 藏品与环境霉菌风险评级对照表

藏品类别 (请参考前文内容与实际情况，进行珍贵性与霉菌易感性评级)	藏品评级 (珍贵性*易感性)	对应环境最低霉菌风险要求
珍贵文物*霉菌相对易感（摇篮本）/珍贵藏品*相对易感（再造善本）	A*Ⅰ/B*Ⅰ	低风险
珍贵文物*相对不易感（古籍善本）/普通藏品*相对易感（漆布合刊）	A*Ⅱ/C*Ⅰ	中低风险
珍贵藏品*相对不易感（碑帖拓本）/普通藏品*相对不易感（开架杂志）	B*Ⅱ/C*Ⅱ	中风险

表 7 与表 8 为藏品与环境的虫害、霉菌风险评级对照标准。其中括号内所列出的藏品示例是基于上海图书馆馆藏的实际情况制定，仅供参考，不宜直接套用。在实际风险评级的运用中，应充分考虑本馆的藏品特点以及保护需求，适当调整优化表格中的藏品类别，以建立更切实可行的风险评级表。在实际应用中，第一步是确定藏品风险评级（珍贵性*易感性），第二步是确定相应藏品环境的风险评级，第三步是确认环境评级结果是否满足藏品评级结果对应的环境最低要求。举例来说，易受虫害影响的珍贵藏品被评为 Ba 级藏品虫害风险，存放该藏品的环境虫害评级应该为低风险；Ab 级藏品的对应环境至少应被评为中低风险；Cb 级藏品相应的基藏书库或阅览室环境能被评为中风险即可。不易感的 c/III类藏品则无需考虑虫霉问题，可以不进行环境风险评级。

对上海图书馆各书库进行风险评级的实践是首次采用这种新方法。以上图第一善本库和基藏书库某楼层为例，介绍评级的流程与结果：

(1) 确定藏品风险评级

- 第一善本库：根据库中善本的珍贵价值（A）以及易受虫蛀（a）、不易发霉（Ⅱ）的特性，藏品风险评级为 Aa、AⅡ。

- 基藏书库某楼层：主要藏品种类为漆布封面的西文期刊合订本，普通藏品（C）、不易被蛀（b）、易发霉（Ⅰ），藏品风险评级为Cb、CⅠ。

(2) 确定相应藏品环境的风险评级

- 第一善本库：根据藏品环境虫害风险评级表（表5）与藏品环境霉菌风险评级表（表6），在善本库的环境评级过程中没有得分项，评分为0，即善本库环境的虫霉评级结果俱为低风险。
- 基藏书库某楼层：根据环境风险评级表，该库环境虫害得分项有：陷阱捕获中量（0.5）、角落虫尸（1）、相对湿度略高（1）、密封性不足（1）、内置杂物（0.5）、无隔离检查程序（1），得分5分，评为虫害中风险；而霉菌得分项有：包括三年内爆发史（1.5）、空调出风口有藏品发霉（2）、长期静置积灰（1）、书顶与上层直接接触（0.5）、相对湿度略高（2.5），得分为7.5分，评为霉菌高风险。

(3) 比较评级结果

- 第一善本库：环境评级结果为虫霉“低风险”，满足善本“Aa”以及“AⅡ”所需环境的最低风险评级要求（表7、表8），应继续保持
- 基藏书库某楼层：该库环境被评为虫害中风险，满足“Cb”评级藏品的环境要求；该库环境被评为霉菌高风险，无法满足“CⅠ”评级藏品的要求“中低风险”，应及早处理应对，避免库内藏品大范围霉变造成损害。

评级流程完成后，如发现馆藏环境风险评级不达标，应结合风险评级结果及时采取应对措施，降低藏品环境风险等级。如资源有限，无法改善多个不达标环境时，应优先对藏品风险评级较高（即更有价值、更易受到虫霉侵害）藏品所处的环境进行干预。

藏品的风险评级仅取决于藏品的本身性质，而藏品环境的风险评级则可以通过各种措施来改善。因此，需要定期更新藏品环境风险评级，以保证评级的有效性。通过整合地点、时间、评级结果，可以清晰地展示不同区域的藏品随时间变化的风险参数变化趋势，有助于识别一些系统性和长期性的问题，并将这些变化与季节变换带来的变化区分开[13]。

5 结语

本文通过对风险评估体系中风险识别和风险评级的探索和应用，为图书馆有害生物综合治理提供方法支持，旨在填补国内关于图书馆藏品有害生物风险评估方面研究和实践的空白，具有一定的实践指导意义。希望能对图书馆藏品的保护和管理有所帮助，提高相关从业人员对有害生物的防治意识，促进文献保护工作的发展和进步。同时，这种风险评估方法具备一定普适性，能够为其他有类似问题的机构提供参考借鉴。

然而，本文的研究还存在一些不足和局限，主要体现在以下两个方面：风险评估的具体应用还不够充分，仍有改进空间；风险识别与评级标准在具体操作过程中可能受到主观性和随机性的影响，有待进一步明确和规范。因此，未来还需要开展更多实证研究，收集并分析应用过程中遇到的问题和挑战，提高风险评估方法的普适性和可信度，同时继续细化风险因素的分类和权重，提高评估结果的客观性和科学性。

[1] Querner P. Insect pests and Integrated Pest Management in museums, libraries and historic buildings[J]. Insects, 2015, 6(2): 595-607.

[2] Ryder, S., Pinniger, D. The history of Integrated Pest Management (IPM) at the Natural History Museum, London [C]//Proceedings of 2021: A Pest Odyssey, The Next Generation. London: Institute of Conservation, 2021: 233-234.

[3] Ryder S, Mendez A. Using risk zones in museums as part of an IPM programme [J]. Studies i

n Conservation, 2019,(04):203-207.

[4] 村本聪子.日本国会图书馆保存环境控制方案——主要讨论有害生物综合防治(IPM) 方面的成果[C]//自然因素与文献保护国际研讨会论文集.北京:国家图书馆出版社，2011:72-79.

[5] Adcock，EP. IFLA principles for the care and handling of library material [EB/ OL] . [2023-08-07] .http://archive. ifla.org/VI/4/news/pchlm.pdf，1998.

[6] AMNH. Risk assessment[EB/OL].[2023-08-9].https://www.amnh.org/research/science-conservation/preventive-conservation/risk-assessment.

[7]中国建筑西北设计院.图书馆建筑设计规范JGJ38-99[S].北京:中国建筑工业出版社, 1999:42-57.

[8]国家档案局.国家档案局办公室关于印发《档案馆安全风险评估指标体系》的通知 [EB/OL].[2023-01-16].http://www.saac.gov.cn/daj/tzgg/201902/fd66636dbe7c4a2a8ef7fdf6f3bcf57f.shtml.

[9]国家标准化管理委员会. 汉文古籍特藏藏品定级 第1部分：古籍: GB/T 31076.1-2014[S]. 北京: 中国标准出版社，2014:7.

[10] Margaret Child. Preservation assessment and planning[EB/OL].[2023-3-9].https://www.nedcc.org/free-resources/preservation-leaflets/1.-planning-and-prioritizing/1.2-preservation-assessment-and-planning

[11]BROWN SK，COLE I，DANIEL V，KING S，PEARSON C. Guidelines for environmental control in cultural institutions [R]. Canberra: Heritage Collections Council，2002.

[12]林明,周旖，张靖.文献保护与修复[M].广州:中山大学出版社,2012:32-54.

[13]保罗•加赛德,凯伦•布拉德福德,萨拉•哈姆林,马瑞文.“组合报告”在大英图书馆预防性保护中的应用[J].中国博物馆,2021,(S2):212-216.

The Application of Risk Assessment in Integrated Pest Management in Libraries

Wu Rong

Shanghai Library, Shanghai, 200031

Abstract: In order to effectively prevent and manage the risk of insect and mould in library collections, the article proposes a set of innovative and practical risk assessment system serving the concept of Integrated Pest Management, including two processes, risk identification and risk rating，which provides a new perspective and ideas for pest management in libraries. Through risk assessment, the risk status of collections can be grasped in a timely manner, limited resources can be allocated rationally and efficient response plans can be formulated. Specific assessment tables are also given in the article so that readers can have a clearer understanding of the process and results of risk assessment, which is also of reference value and practical guidance for other related institutions with similar problems.

Key words: Integrated Pest Management; Risk assessment; Risk identification; Collection risk rating; Collection environmental risk rating

作者简介：
吴榕，任职于上海图书馆，本科学历，馆员，为文献保护组成员。主要研究方向为文献保护与有害生物综合防治.
工作单位：上海图书馆　　通讯地址：上海市徐汇区淮海中路 1555 号上海图书馆典藏中心　　邮编：200031
手机：17621537695　座机：021-64378989　QQ:1728195276
邮箱：rongwu@libnet.sh.cn